

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 62-238525

(43)Date of publication of application : 19.10.1987

(51)Int.Cl.

G02F 1/133
G02F 1/13

(21)Application number : 61-081014

(71)Applicant : ASAHI GLASS CO LTD

(22)Date of filing : 10.04.1986

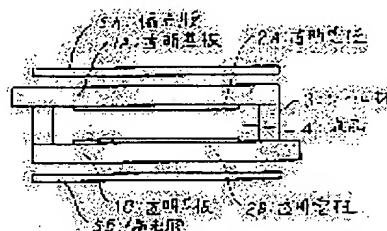
(72)Inventor : KUDO SHOICHI
SAWADA KAZUTOSHI

(54) LIQUID CRYSTAL OPTICAL SWITCH DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To execute a response at a high speed without lowering a contrast, by turning on and off a voltage which is applied between both transparent electrodes, and changing a transmittivity of light by utilizing a specific torsion state of a liquid crystal molecule.

CONSTITUTION: When a voltage is not applied between both transparent electrodes 2A, 2B, a liquid crystal 4 molecule takes a torsion state of about $90^\circ + 180^\circ$ in a cell, and when the voltage is applied, the liquid crystal 4 molecule takes a vertically oriented state. Thereafter, when the voltage has been turned off, the liquid crystal 4 molecule takes successively a torsion state (m) of about $90^\circ + 180^\circ \times m$ (m is an integer of $0 \leq m < n$), which is a relaxed state to a torsion state at the time when no voltage is applied, extending from '0' to (n)-1. Also, a transmittivity of light is changed by utilizing two states of the vertically oriented state at the time when this voltage is applied, and the torsion state of about $90^\circ + 180^\circ \times m$ of the liquid crystal molecule at the time when the voltage has been turned off. In such a way, switching can be executed much more quickly than a conventional liquid crystal display device of a TN mode.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-238525

⑬ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和62年(1987)10月19日

G 02 F 1/133
1/13

8205-2H
A-7448-2H

審査請求 未請求 発明の数 1 (全7頁)

⑮ 発明の名称 液晶光学スイッチ装置

⑯ 特 願 昭61-81014

⑰ 出 願 昭61(1986)4月10日

⑱ 発 明 者 工 藤 省 一 横浜市旭区鶴ヶ峰2-59-1

⑲ 発 明 者 沢 田 和 利 横浜市鶴見区東寺尾東台18-33-104

⑳ 出 願 人 旭硝子株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目1番2号

㉑ 代 理 人 弁理士 梅村 繁郎 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

液晶光学スイッチ装置

2. 特許請求の範囲

(1) 一対の透明電極付の透明基板を透明電極が相対向するように配置し、周辺をシール材でシールし、内部にネマチック液晶を封入し、そのネマチック液晶層よりも外側に一対の偏光膜を配置してなる液晶光学スイッチ装置において、夫々の透明基板が水平配向処理され、両透明基板間では相互にその水平配向方向がほぼ直交するように配置され、夫々の偏光膜の偏光軸を夫々の基板面の液晶分子の配向方向にほぼ平行またはこれにほぼ直交するように配置し、ネマチック液晶のピッチ p と基板間隙 d との関係 d/p が $0.5 \times n$ より大きく、かつ $0.5 \times 0.5 \times n$ より小さく(n は1以上の整数を示す)され、両透明電極間に印加する電圧を順次オンオフすることにより、電圧オフ時には液晶分子がほぼ

$90^\circ + 180^\circ \times n$ のねじれ状態を取り、電圧オン時には液晶分子が縦配向状態を取り、電圧オン後の短時間の電圧オフ時には液晶分子が電圧オフ時のねじれ状態への緩和状態であるほぼ $90^\circ + 180^\circ \times m$ (m は $0 \leq m < n$ の整数を示す)のねじれ状態とされ、この電圧オン時の液晶分子の縦配向状態と電圧オフ時の液晶分子のほぼ $90^\circ + 180^\circ \times m$ のねじれ状態との2つの状態を利用して光の透過率を変えることを特徴とする液晶光学スイッチ装置。

(2) 液晶分子の配向状態がほぼ $90^\circ + 180^\circ \times m$ のねじれ状態で水平配向処理によるプレティルト角と整合するようにされる特許請求の範囲第1項記載の液晶光学スイッチ装置。

(3) d/p が $1 < d/p < 1.5$ とされ、電圧無印加時の完全緩和状態で液晶分子が 450° ねじれるようにされ、短時間の電圧オフ時には液晶分子がほぼ 270° ねじれるようにされる特許請求の範囲第1項または第2項記載の液晶光学スイッチ装置。

(4) 液晶の屈折率異方性 Δn と基板間隙 d との積 $\Delta n d$ が $0.5 \sim 0.7$ である特許請求の範囲第3項記載の液晶光学スイッチ装置。

(5) 液晶の屈折率異方性 Δn と基板間隙 d との積 $\Delta n d$ が $0.9 \sim 1.2$ である特許請求の範囲第3項記載の液晶光学スイッチ装置。

(6) 一対の偏光膜の偏光軸がほぼ直交するように配置される特許請求の範囲第1項または第2項記載の液晶光学スイッチ装置。

3. 発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

本発明は、高速でオン、オフを繰り返す液晶光学スイッチ装置に関するものである。

[従来技術]

従来高速でオン、オフを繰り返す液晶光学スイッチ装置としては、二周波駆動法によるプリンターヘッド装置が知られている。

この二周波駆動法においては、数kHzまでの低周波と数十kHz～数百kHzの高周波が用いられている。このため、高周波領域では透明電極

基板間隙の薄型化及び液晶の低粘性化により、液晶光学スイッチ装置自体のコントラストが低下してしまうこともあり、コントラストが良かつ高速応答が得られる液晶光学スイッチ装置は得られていなかった。

[発明の解決しようとする問題点]

本発明の目的は、従来技術が有していた前述の問題点を解消しようとするものであり、低消費電力の低周波単一信号による駆動方式で、コントラストの低下なしに高速応答が可能な液晶光学スイッチ装置を得ることである。

[問題を解決するための手段]

本発明はかかる問題点を解決すべくなされたものであり、一対の透明電極付の透明基板を透明電極が相対向するように配置し、周辺をシール材でシールし、内部にネマチック液晶を封入し、そのネマチック液晶層よりも外側に一対の偏光膜を配置してなる液晶光学スイッチ装置において、夫々の透明基板が水平配向処理され、両透明基板間では相互にその水平配向方向がほ

ぼ直交するように配置され、夫々の偏光膜の偏光軸を夫々の基板面の液晶分子の配向方向にほぼ平行またはこれにほぼ直交するように配置し、ネマチック液晶のピッチ p と基板間隙 d との関係 d/p が $0.5 \times n$ より大きく、かつ $0.5 + 0.5 \times n$ よりも小さく (n は1以上の整数を示す) され、両透明電極間に印加する電圧を順次オンオフすることにより、電圧オフ時には液晶分子がほぼ $90^\circ + 180^\circ \times n$ のねじれ状態を取り、電圧オン時には液晶分子が縦配向状態を取り、電圧オン後の短時間の電圧オフ時には液晶分子が電圧オフ時のねじれ状態への緩和状態であるほぼ $90^\circ + 180^\circ \times m$ (m は $0 \leq m < n$ の整数を示す) のねじれ状態とされ、この電圧オン時の液晶分子の縦配向状態と電圧オフ時の液晶分子のほぼ $90^\circ + 180^\circ \times m$ のねじれ状態との2つの状態を利用して光の透過率を変えることを特徴とする液晶光学スイッチ装置を提供するものである。

また、二周波駆動に適する液晶材料は、液晶分子の分子軸に対して横方向の相互作用が強くなるため、通常のネマチック液晶に比べ粘性が非常に高くなっている。このため、高速応答を得るためには、高電圧が必要となり、ひいては消費電力が大きくなる欠点を有していた。

そこで数kHzまでの低周波単一信号による駆動方式が望まれている。この従来の低周波単一信号による駆動方式では、通常のツイストネマチック (TN) モードにおいては、その電圧印加 (オン) 時の応答性は、電圧を高くすることにより速くすることができる。しかし、その電圧を切った (オフ) 時の応答性は、電圧によって速くすることができなく、セルの基板間隙を薄くしたり、液晶を低粘性化することにより多少は速くできるが、この応答速度は0°Cでせいぜい数十ms程度にすぎなかった。また、この

本発明は、液晶を通常の液晶で使用される電

圧オン時とオフ時の2つの安定状態のみを利用して光の透過率を変えるのではなく、長時間電圧オフによる完全なオフ時で通常の液晶よりもより大きくねじれた状態とし、電圧オン時の安定状態とその後の電圧オフによる完全なオフ状態への緩和状態の準安定状態との2つの状態を利用して光の透過率を変えるものであり、高速応答で高コントラストが得られる。

本発明は、この準安定状態を使用しているため、数ms程度～数sec程度のある程度高速で液晶の光透過率を繰り返し変えて変化させる用途に適している。

本発明の構成を、第1図及び第2図を参照しつつ説明する。

第1図は本発明の液晶光学スイッチ装置の基本的構成を示す断面図である。

第1図において、1A、1Bはガラス、プラスチック等の透明基板であり、その内面には酸化スズ、酸化インジウム-酸化スズ等の透明電極2A、2Bが必要に応じて所望のパターンにパター

ニングされたオーバーコートが形成されている。この透明電極の表面は、液晶分子が一方向に水平配向するようにラビングまたは斜め蒸着等により水平配向処理がなされ、この水平配向方向が2枚の基板で互いに直交するように向い合せて、両面でシール材3によりシールされ、内部にネマチック液晶4が封入されて液晶セルを形成している。この液晶セルの外面に、1対の偏光膜5A、5Bを、夫々の偏光膜の偏光軸を夫々の基板面の液晶分子の配向方向にほぼ平行またはこれにほぼ直交するように配置して、これら1対の偏光膜の偏光軸がほぼ平行するかまたは直交するように配置されるように設けられる。

なお、この説明においては省略したが、一般の液晶表示装置で行われているような応用、例えば、透明電極に金屈リドを形成したり、光の透過率を変化させる部分を除いて無電解Niメッキ、Cr蒸着等により不透明のマスクを形成したり、カラーフィルターを形成したり、ポリイミド、ポリアミド、シリカ、アルミナ等の配向

のみを必要な時に光をさえぎることができる。

なお、この配向方向及び偏光膜の偏光軸の夾角並びに配向方向と偏光軸の関係は、正確に平行または直交とするのみに限られなく、例えば5°、10°、20°程度ずらすこともできる。

[作用]

本発明でも、通常の液晶表示装置と同様に液晶分子が電圧オン時にはほぼ90°・180°×nのねじれ状態である第1の安定状態を取り、電圧オン時には発配向状態である第2の安定状態を取り、ここまでは従来の液晶表示装置と同じである。

しかし、本発明では液晶分子のねじれ角が大きいので、この2つの安定状態の外に電圧オンの第2の安定状態である発配向状態の後に電圧をオフにした際に、短時間ではあるが完全な電圧オフ時の前記第1の安定状態であるねじれ状態への緩和状態であるほぼ90°・180°×m (mは0≦m<nの整数を示す)のねじれ状態である準安定状態を少なくとも1つとる。この準安

定状態は、第1図の液晶光学スイッチ装置の配向処理方向と偏光膜の偏光軸方向との関係を示す平面説明図である。

第2図において、11は表側の偏光膜5Aの偏光軸方向、12は表側の透明基板1Aのラビング処理方向、13は裏側の偏光膜5Bの偏光軸方向、14は裏側の透明基板1Bのラビング処理方向を示している。

この例では、偏光膜の偏光軸方向と配向処理方向を平行な方向としているが、垂直な方向とすることもでき、また両方の偏光膜の偏光軸もこの例のように直交させるのではなくて、平行にすることもできる。もっとも、この例のように偏光軸を直交させて使用すれば、必要な部分

定状態は、本発明では液晶自身のねじれようとする力が強いので、第2の安定状態である縦配向状態から極めて速く、具体的には室温で1〜数ms程度と高速で到達し、かつある程度の時間保持され、次の準安定状態か第1の安定状態に到達する。本発明は、この電圧オン時の第2の安定状態と少なくとも1つの準安定状態との2つの状態の間で駆動し、高速でオンオフするものである。

この準安定状態は長時間安定な状態ではないため、順次次の準安定状態か第1の安定状態に移行するが、これらはいずれも配向方向により定まるため、これらの間ではねじれが 180° ずつ増加することとなる。このため、準安定状態と準安定状態との間での光透過率変化及び準安定状態と第1の安定状態との間での光透過率変化は比較的少ない。特に 90° と 270° の準安定状態間の変化は少なく、状態が変化したこととはほとんど認識されない。

この場合、ネマチック液晶のピッチと基板

間隔のねじれ状態である準安定状態を利用するものである。

また、この場合、液晶分子の配向状態がほぼ $90^\circ + 180^\circ \times m$ (m は $0 \leq m < n$ の整数を示す)のねじれ状態で水平配向処理によるプレティルト角と整合するようにしておくことにより、この特定の準安定状態が他の準安定状態に比してはるかに長く続く傾向があり、数秒以上も続くこともある。このため、液晶のらせん方向を考慮して、配向処理方向を定めることが好ましい。特に、第1の安定状態よりも 180° ねじれの少ない準安定状態で整合するようにしておくことにより、この準安定状態が安定し易く好ましい。

この例を、第3図及び第4図に示して説明する。

第3図は及び第4図は液晶分子のプレティルト方向のみが異なる例を示しており、(A)は 270° ねじれ状態、(B)は 450° ねじれ状態を示している。

間隔 d との関係は $0.5 \times n < d/p < 0.5 + 0.5 \times n$ (n は1以上の整数を示す)とされればよい。これにより、両方の基板での水平配向方向が直交している場合に、電圧オフ時には液晶分子は $90^\circ + 180^\circ \times n$ のねじれ状態を取る。これが第1の安定状態である。

ここで、電圧を印加すると液晶分子は立ち上がり、ほぼ垂直になり縦配向となる。これが第2の安定状態である。

次いで電圧を切ると、液晶分子はねじれ状態となろうとし、基板の配向方向に液晶分子がそろおうとする。この場合、本発明では、完全な電圧オフ時に液晶分子が第1の安定状態である $90^\circ + 180^\circ \times n$ のねじれ状態、即ち 270° 、 450° 、 630° 、……というように大きくねじれているため、電圧をオフにしても液晶分子は直ちにこの状態にはならず、まず 90° になり、続いて 270° 、 450° 、……というように順次そのねじれが拡大していくこととなり、1以上の準安定状態をとる。本発明はこの中間

この第3図の例では、この状態で上側の基板21A,21Bでは基板に液晶分子の左端22A,22Bが接しており、下側の基板23A,23Bでは基板に液晶分子の奥側24A,24Bが接している。このため第3図(A)の 270° ねじれで整合状態となっており、図の曲線25Aと26Aとで示されるピッチが同一となり、安定した整合状態となる。逆に、第3図(B)の 450° ねじれは不整合状態となり、図の曲線25Bと26Bとで示されるピッチが異なる。このため、 450° ねじれを第1の安定状態とする液晶光学スイッチ装置の場合に適しており、第1の準安定状態の 90° ねじれは短く、第2の準安定状態の 270° ねじれが長く続くこととなる。

また第4図の例では、この状態で上側の基板31A,31Bでは基板に液晶分子の左端32A,32Bが接しており、下側の基板33A,33Bでは基板に液晶分子の手前側34A,34Bが接している。このため第4図(A)の 270° ねじれで不整合状態となっており、図の曲線35Aと36Aとで示される

ピッチが異なる。逆に、第4図(B)の 450° ねじれは整合状態となり、図の曲線358と368とで示されるピッチが同一となる。このため、 450° ねじれを第1の安定状態とする液晶光学スイッチ装置の場合に適しており、第1の準安定状態の 90° ねじれは整合状態という点からは比較的安定ではあるが液晶分子のねじれようとする力が強いので比較的短く、第2の準安定状態の 270° ねじれは不整合状態のため短く、第3の準安定状態の 450° ねじれが長く続くこととなる。

例えば、水平配向処理方法として、ラビング法を使用すると、ラビング方向に液晶分子のブレティルトが生じる。ここで左らせんで第1の安定状態が 450° の液晶を使用するとすると、第2図に示すような処理方向とすることが好ましいこととなる。

即ち、裏側の透明基板1Aではラビング方向をセル外側(手前側)から見て左下から右上へと、表側の透明基板1Bではラビング方向を右下

の安定状態が 450° のものはさらに速いものとなる。また、本発明では電圧オン時の第2の安定状態と電圧オフ直後の準安定状態との2つの状態との間でオンオフするものであり、準安定状態が長い程使用可能性が大きく、第1の安定状態が 450° のものが好ましい。特に、第1の安定状態を 450° とし、 270° の準安定状態で液晶分子の配向とブレティルトが一致する整合状態となるようにしておくことにより、スイッチングの繰り返し回数でも使用可能となる。

ねじれ角が大きくなると準安定状態への移行の応答速度は向上する傾向はあるが、 830° 以上のねじれ角とすることは、第1の安定状態が 270° の場合と 450° の場合との差ほど大きくなく、逆に駆動電圧が高くなり、門偏光性が増加し、光透過率が低下し、コントラストが低下してくるため、 450° とすることが最も好ましい。また、ねじれ角を大きくすると、リターデーション色が強くなる傾向もあり、好ましくな

から左上へとればよい。

また、右らせんの液晶を使用し、裏側の透明基板1Aのラビング方向を前記例と同じにとるとすれば、裏側の透明基板1Bではラビング方向を左上から右下へとればよいこととなる。

本発明では、第1の安定状態を 450° とするように液晶を調整し、即ち、 $1 < d/p < 1.5$ の液晶を使用し、準安定状態を 270° とし、この 270° で整合状態とすることが好ましい。

これは、液晶の d/p が大きく液晶分子のねじれようとする力が強いほど速く 90° の第1の準安定状態になる速さが速くなるためであり、第1の安定状態が 270° の場合よりも 450° の場合の方が高速応答が可能となるためである。この第1の安定状態が 270° の場合と 450° の場合との差は、 450° の場合と 630° の場合との差に比して大きい。これは、第1の安定状態が 270° のものは準安定状態が 90° のみであるためであり、第1の安定状態が 90° である従来の液晶表示装置に比してはかなり速いが、第1

の色が生じることがある。

この場合、第3図で説明したように 270° ねじれで整合状態となるようにされることが好ましく、 270° ねじれの準安定状態が比較的長く、具体的には数秒程度続き、電圧オン時の第2の安定状態と電圧オフ時の準安定状態との間でオンオフできる時間範囲が広くなり、速い応答速度でかつ高いコントラストで使用できる範囲が広がるため好ましい。

また、本発明に使用するの液晶の屈折率異方性 Δn と基板間隔 d との積 $\Delta n \cdot d$ は $0.5 \sim 0.7$ または $0.9 \sim 1.2$ とすることが好ましく、これにより高いコントラストを得ることができる。

本発明では、電圧オン時の第2の安定状態と電圧オフ直後の準安定状態との2つの状態を使用して液晶をオンオフするものである。

これにより、電圧オフ時に第2の安定状態から準安定状態に移行するのは前述したように速く、逆に、電圧オン時に準安定状態から第2の安定状態に移行するのも、第1の安定状態から

第2の安定状態に移行するよりも速いためである。

さらに、第1の安定状態は液晶のねじれが大きくなるため円偏光性が出やすくなり、この第1の安定状態に到達する前に再度電圧がオンになるように高速で繰り返しオンオフされることにより、この影響がでなく好ましいものである。

[実施例]

ガラス基板上にパターンニングされた透明電極を有する裏側基板と裏側基板の対向側の電極面側に配向膜用オーバーコートとしてポリイミドを塗布し、熱硬化後の膜厚を約800Åとした。これらポリイミド膜の表面をラビング法により、水平配向処理し、第2図に示すように、そのラビング方向が直交するように2枚の基板を配置し、周縁を注入口部を除きシール材でシールしてセルを形成した。このセルの液晶注入口のセル間隙は4.8μmであった。

このセルに、屈折率異方性 Δn が0.13のメル

の偏光軸が直交しているため遮断された。

この状態から電圧を切ると、セル内で液晶分子は瞬時に90°ねじれた第1の準安定状態となり、裏側偏光膜を通った入射光はセル内を液晶のねじれ構造に従ってその偏光成分は90°ねじられ裏側偏光膜を透過可能となり、光が透過した。

この第1の準安定状態は不整合状態でありあまり安定でないため、比較的短時間で液晶分子はさらにねじれが進行し、270°ねじれ構造の第2の準安定状態となる。この状態でも90°ねじれ構造と同様に入射光は透過しており、この変化におけるコントラスト変化はわずかであった。この270°ねじれ構造は、液晶分子の配向状態が水平配向処理によるプレティルト角と一致しており、整合状態となっているため比較的安定で、室温で数秒間継続した。

この状態を経た後、450°ねじれ構造に移行していき、セル内では入射光の偏光成分は楕円偏光となり、透過光量はやや減少した。

タ社製液晶「ZLI-1585」をそのらせんピッチが3.7μmとなるようにカイラル成分としてコレステリルノナネートを5.5wt%添加した液晶を注入して、注入口を封止した。

このセルの表と裏には第2図に示すように、対の偏光膜をその偏光軸がセルのラビング方向に平行となるように設置して液晶光学スイッチ装置を製造した。

このようにして製造した液晶光学スイッチ装置は、電圧を印加しない状態では液晶分子が450°ねじれた状態となっており、第1の安定状態となっていた。この状態では液晶セル内で光は液晶分子のねじれに沿って進み、450°ねじれることとなり、液晶光学スイッチ装置に入射した光は一对の偏光膜の偏光軸が直交しているため透過した。

次に電圧を印加すると、液晶分子が整配向状態となり、第2の安定状態となった。この状態では液晶セルは光に対して等方的となり、液晶光学スイッチ装置に入射した光は一对の偏光膜

この450°ねじれ構造に移行する前の第2の準安定状態である270°ねじれ構造の間に電圧を印加すると速やかに第1の安定状態である整配向に移行し、高速でかつコントラストの高いスイッチングが可能であった。

[発明の効果]

本発明は、誘電異方性が正であり、その液晶のピッチ p と基板間隙 d との関係の d/p が $0.5 \times n < d/p < 0.5 + 0.5 \times n$ のネマチック液晶を用い、電圧が印加されない時はセル内で液晶分子が液晶分子がほぼ90°+180°× n のねじれ状態を取り、電圧を印加した時には液晶分子が整配向状態を取り、その後の電圧を切った時には液晶分子が電圧が印加されない時のねじれ状態への緩和状態であるほぼ90°+180°× m (m は $0 \leq m < n$ の整数を示す)のねじれ状態を m が0から $n-1$ まで順次取り、この電圧を印加した時の整配向状態と電圧を切った時の液晶分子のほぼ90°+180°× m のねじれ状態との2つの状態を利用して光の透過率を変えるこ

特開昭62-238525 (7)

とにより、従来のTNモードの液晶表示装置に比してはるかに速くスイッチングが可能であるという優れた効果を有する。

また、電圧が印加されない時のねじれ状態である大きくねじれた状態を使用しないことにより、ねじれが大きいものにもかかわらずコントラストの低下が少なく、リターデーションによる悪影響も少ない。

本発明は、この外、本発明の効果を損しない範囲内で種々な応用が可能のものであり、高速の表示装置、カメラ用高速シャッター、光プリンター等の高速のスイッチングが要求される用途に応用が可能なものである。

4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明の液晶光学スイッチ装置の基本的構成を示す断面図。

第2図は、第1図の液晶光学スイッチ装置の配向処理方向と偏光膜の偏光軸との関係を示す平面図。

第3図及び第4図は液晶分子のプレティルト

方向と整合の関係を説明する断面説明図。

透明基板	: 1A, 1B
透明電極	: 2A, 2B
シール材	: 3
ネマチック液晶	: 4
偏光膜	: 5A, 5B

代理人 母村繁郎

